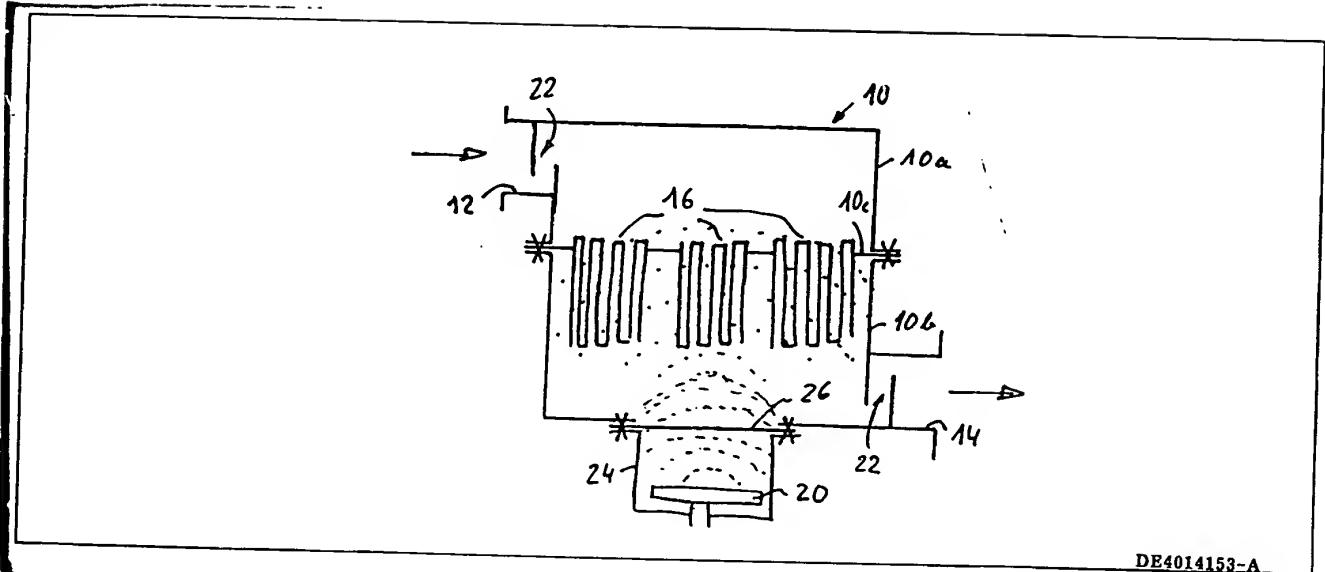


M  
S05/55  
S05/686  
S05/620,686  
S05/10/05/273

<p>92-000345/01 J01 X22 STROMERZEUGUNG GMBH 02.05.90-DE-014153 (19.12.91) B01d-46/42 B01d-53/36 F01n-03/02 <b>Microwave cleaning of ceramic filter element - esp. of diesel exhaust gas filter to remove soot particles</b> C92-000171</p> <p>(A) Cleaning of ceramic gas filter elements to remove soot particles, is carried out by <u>irradiating the filter elements with microwaves.</u> (B) A waste gas cleaning device has a housing contg. one or more ceramic filter elements (16) and one or more microwave radiation sources (20). (C) Use of the cleaning device (B) for regenerating soot-laden filter elements is also claimed.</p> <p><b>USE/ADVANTAGE</b> The microwaves are used esp. for cleaning diesel engine exhaust gas soot filters. The soot particles are rapidly heated to their combustion temp. without the ceramic being heated and cleaning can be carried out during running of the engine.</p>	<p>STRO- 02.05.90 •DE 4014-153-A</p> <p>J(1-G3B, 1-H)</p> <p><b>EMBODIMENTS</b> Irradiation may be carried out continuously, periodically or in dependence on an operational parameter such as inlet side exhaust gas pressure or the temp. of the exhaust gas and/or filter element. The microwave source is pref. a cooled microwave tube (20) arranged in a sealed filter housing (10) made of antimagnetic material.(5pp1501RBHDwg No1/2).</p>
--	--

DE4014153-A+

© 1992 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
Suite 401, McLean, VA22101, USA  
Unauthorised copying of this abstract not permitted



DE4014153-A

© 1992 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
Suite 401, McLean, VA22101, USA  
Unauthorised copying of this abstract not permitted

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschlußfift  
⑩ DE 40 14 153 A 1

⑮ Int. Cl. 5:

B 01 D 46/42

B 01 D 46/24

B 01 D 53/36

F 01 N 3/02

⑯ Anmelder:

Stromerzeugung GmbH & Co Anlagenbau AG, 7000  
Stuttgart, DE

⑯ Vertreter:

Niemeyer, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7024 Filderstadt

⑯ Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen von keramischen Abgasfilterkörpern

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen von keramischen Abgasfilterelementen von Rußpartikeln. Erfindungsgemäß werden die Filterelemente mit Mikrowellen bestrahlt, welche die Rußpartikel erhitzten und zum Verbrennen bringen, ohne daß damit eine ins Gewicht fallende Erhitzung des keramischen Materials verbunden wäre.

DE 40 14 153 A 1

DE 40 14 153 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen eines keramischen Abgasfilterkörpers von Rußpartikeln und eine Abgasreinigungsvorrichtung, insbesondere für einen Dieselmotor, zur Durchführung dieses Verfahrens.

In bekannten Abgasreinigungsvorrichtungen für Dieselmotoren werden häufig keramische Abgasfilterkörper eingesetzt, wobei das Keramikmaterial mit einer katalytisch wirksamen Beschichtung versehen sein kann und/oder mit einer speziellen Beschichtung, durch die die Verbrennungstemperatur von Rußpartikeln, welche von der beschichteten Oberfläche eingefangen werden, herabgesetzt wird.

In vielen Fällen sind die keramischen Abgasfilterkörper sogenannte Pellets, die in einem durchlässigen Gehäuse im Inneren eines geschlossenen Gehäuses angeordnet sind, welches einen Gaseinlaß zur Verbindung mit dem Abgasstutzen des Dieselmotors und einen Gasauslaß für das gereinigte Abgas aufweist. Bei der Verwendung derartiger katalytischer Abgasreinigungsvorrichtungen entsteht im Betrieb ein Abrieb an den Pellets, und es ergeben sich Probleme bei der Reinigung bzw. Regenerierung. Bei einer Abgasreinigungsvorrichtung mit Filterkörpern in Form von sogenannten Pellets müssen letztere nämlich aus ihrem Gehäuse entnommen und in einem Ofen erhitzt werden, um Rußpartikel bzw. Ölrückstände abzubrennen und die Pellets zu regenerieren, welche dann wieder in das Gehäuse eingefüllt werden können. Bei anderen bekannten Abgasreinigungsvorrichtungen werden Filterkörper mit einer Wabenstruktur bzw. keramische Filterkörper in Form eines Wabenelements verwendet. Das Wabenelement bzw. die Wabenstruktur besteht dabei aus einem porösen Keramikfilter und umfaßt mehrere Zellen, die sich in Längsrichtung des Wabenelements erstrecken.

Dabei ist jeweils eines der einander gegenüberliegenden Enden jeder Zelle mittels eines Stopfens verschlossen. Folglich liegen im Betrieb einige geschlossene Enden weiter stromaufwärts und andere weiter stromabwärts. Das Abgas strömt nun zunächst in die Zellen, die am stromabwärts gelegenen Ende verschlossen sind, durchdringt dann die porösen Trennwände und fließt aus benachbarten Zellen ab, welche am stromabwärts gelegenen Ende offen sind. Auf diese Weise können die porösen Zwischenwände als feine Filter im Abgasstrom verwendet werden, deren Öffnungen jedoch allmählich mit Rußpartikeln aus dem Abgasstrom verstopft werden.

Der verstopfte Filterkörper wird üblicherweise durch Abbrennen mit einem Brenner oder in einem elektrischen Ofen regeneriert. Wenn diese Regenerierung nicht rechtzeitig oder vollständig erfolgt, können sich Betriebsstörungen für die gesamte Anlage ergeben. Außerdem besteht beim Einsatz keramischer Filterkörper mit Wabenstruktur die Gefahr, daß diese Filterkörper, wenn der angeschlossene Motor mit hoher Leistung arbeitet, so stark erhitzt werden, daß zuvor angesammelte Rußpartikel, insbesondere wegen darin enthaltener Öl- bzw. Kraftstoffreste, spontan zu verbrennen beginnen, wobei der Verbrennungsvorgang je nach dem, wie "fett" der Ruß ist und wie groß die im Filter bereits abgelagerte Rußmenge ist, in unkontrollierter Weise derart hohe Temperaturen zur Folge haben kann, daß der keramische Filterkörper schmilzt oder daß zumindest die normalerweise vorhandene Beschichtung zerstört oder schwer beschädigt wird. Zusammenfassend läßt sich

hinsichtlich des Standes der Technik folgendes feststellen:

1. Bei Filterkörpern in Form von Pellets gestaltet sich die Aufarbeitung insofern als schwierig, als die Pellets umgefüllt werden müssen und bei einer relativ hohen Temperatur von beispielsweise 700°C regeneriert werden müssen, wobei häufig Sintereffekte auftreten, die zu einer bleibenden Verschlechterung des häufig mit einer katalytischen Beschichtung versehenen Filtermaterials führen.

2. Bei Wabenelementen in Form keramischer Filterkörper wird im Bereich des einlaßseitigen Endes häufig eine große Menge von Rußpartikeln abgeschieden, und das Abbrennen der Rückstände in den porösen Zwischenwände bereitet Probleme, so daß die Regenerierung dieses Filter- bzw. Katalysatortyps ebenfalls problematisch ist. Außerdem kann es zu einem "spontanen" Verbrennen der Rußablagerungen mit unkontrolliert hohen Temperaturen und schweren Schäden für den Filterkörper kommen.

Ausgehend vom Stand der Technik und der vorstehend aufgezeigten Problematik, liegt der Erfundung die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zum Reinigen von keramischen Abgasfilterkörpern anzugeben, mit dem es möglich ist, während des Betriebes der das Abgas erzeugenden Maschine eine Reinigung der Filterkörper von Rußpartikeln durchzuführen.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfundung dadurch gelöst, daß der Filterkörper mit Mikrowellen bestrahlt wird.

Die Erfundung basiert auf der Erkenntnis, daß die Temperatur keramischer Materialien durch Mikrowellenstrahlung nicht oder kaum erhöht wird, während die Moleküle von Rußpartikeln, insbesondere aufgrund der darin enthaltenen Kohlenwasserstoffrückstände, bei Bestrahlung mit Mikrowellen zu intensiven Schwingungen angeregt werden, was bedeutet, daß die Rußpartikel sehr schnell auf eine Temperatur erhitzt werden, bei der sie verbrennen.

Aufgrund der beschriebenen Auswirkung von Mikrowellenstrahlung auf Keramikmaterial einerseits und Rußpartikel andererseits ergibt sich bei dem erfundungsgemäßen Reinigungsverfahren praktisch keine zusätzliche Belastung für das Keramikmaterial, und zwar unabhängig davon, ob es in Form von Wabenelementen oder Pellets vorliegt. Dennoch erfolgt eine zuverlässige Verbrennung der Rußpartikel auch in den tiefsten Poren und damit eine gründliche Reinigung des Filterkörpers von Rußablagerungen.

Es ist ein besonderer Vorteil des erfundungsgemäßen Verfahrens, daß dieses direkt während des laufenden Betriebes einer den Filterkörper enthaltenden Abgas-Reinigungsvorrichtung im Abgasstrom einer Brennkraftmaschine durchgeführt werden kann, wenn die Mikrowellen-Strahlerquelle am oder im Filterkörpergehäuse angeordnet wird. Andererseits kann das erfundungsgemäße Reinigungsverfahren auch zur schonenden Reinigung von Filterkörpern von Rußpartikeln eingesetzt werden, wenn diese in konventioneller Weise zum Regenerieren ausgebaut werden.

Wenn die Reinigung der Abgasfilterkörper nach dem erfundungsgemäßen Verfahren während des laufenden Betriebes durchgeführt werden soll, dann besteht zunächst die Möglichkeit, den Filterkörper kontinuierlich mit Mikrowellen zu bestrahlen. Es besteht aber auch die

Möglichkeit, den Filterkörper periodisch in geeigneten Abständen zu bestrahlen, um jeweils nach einer gewissen Zeit die inzwischen abgeschiedenen Rußpartikel abzubrennen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Bestrahlung des Filterkörpers mit Mikrowellen in Abhängigkeit von mindestens einem für den Rußanfall am Filterkörper relevanten Betriebsparameter durchzuführen, wobei die Bestrahlung des Filterkörpers insbesondere in Abhängigkeit vom Abgasdruck und/oder der Abgas- bzw. der Filterkörpertemperatur erfolgen kann.

Besonders vorteilhaft ist es beispielsweise, bei einem Kaltstart einer Diesel-Brennkraftmaschine sofort mit der Mikrowellenbestrahlung des bzw. der Filterkörper zu beginnen, um einerseits die beim Start entstehenden besonders fetten Rußpartikel sofort zu entfernen und um andererseits unmittelbar nach Beginn des Betriebes durch das Verbrennen der Rußpartikel in dem mindestens einen Filterkörper eine für eine katalytische Abgasreinigung geeignete, erhöhte Temperatur des keramischen Filterkörpers zu erreichen.

Zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens hat sich eine Abgasreinigungsvorrichtung mit mindestens einem in einem Filterkörpergehäuse angeordneten keramischen Abgasfilterkörper als günstig erwiesen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß angrenzend an den mindestens einen Abgasfilterkörper eine Mikrowellenstrahlenquelle vorgesehen ist. Diese Strahlenquelle kann dabei durch ein für Mikrowellenstrahlung durchlässiges "Fenster" des Filterkörpergehäuses und eine auf der Außenseite des Gehäuses angeordnete Mikrowellenröhre gebildet sein. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besteht aber auch die Möglichkeit, eine Mikrowellenröhre direkt in dem Filterkörpergehäuse anzubringen. Dabei ist es wichtig, daß das Filterkörpergehäuse aus einem antimagnetischen Material hergestellt ist. Ferner sollte das Filterkörpergehäuse im Bereich seines Abgaseinlasses und/oder seines Abgasauslasses gegen das Austreten von Mikrowellenstrahlung abgedichtet sein, was vorzugsweise durch eine Labyrinthdichtung erfolgt, welche eine Abschirmung für die Strahlung bildet, ohne die Abgasströmung nachteilig zu beeinflussen.

Günstig ist es ferner, wenn der Mikrowellenröhre Kühlseinrichtungen zugeordnet sind, um eine Überhitzung der Röhre durch die heißen Abgase zu vermeiden.

In Ausgestaltung der Erfindung ist es ferner vorteilhaft, wenn in dem Filtergehäuse Blenden zum Schutz der Mikrowellenröhre gegen reflektierte Mikrowellenstrahlung vorgesehen sind, da die reflektierte Strahlung ebenfalls Betriebsstörungen, insbesondere eine Überhitzung, zur Folge haben könnte.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand einer Zeichnung noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform einer Abgasreinigungsvorrichtung gemäß der Erfindung; und

Fig. 2 einen schematischen Querschnitt durch eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer Abgasreinigungsvorrichtung gemäß der Erfindung.

Im einzelnen zeigt Fig. 1 eine Abgasreinigungsvorrichtung mit einem Filterkörpergehäuse 10, welches einen Abgaseinlaß 12 und einen Abgasauslaß 14 aufweist. Das Filterkörpergehäuse weist ein Abgaseintrittsgehäuse 10a mit dem Einlaß 12 und ein Abgasaustrittsgehäuse 10b mit dem Auslaß 14 auf. In eine zwischen den beiden Gehäuseteilen 10a, 10b liegende Trennwand 10c

sind mehrere Abgas-Filterkörper in Form keramischer Wabenelemente 16 eingesetzt. Die Wabenelemente 16 besitzen in der eingangs beschriebenen Weise durchgehende Kanäle, welche abwechselnd am oberen und am unteren Ende geschlossen sind, so daß das Abgas, welches über den Einlaß 12 in das Abgaseintrittsgehäuse 10a eintritt, in die — in der Zeichnung nach oben — offenen Kanäle eintritt, die Zwischenwände passiert und die Filterkörper über die nach unten offenen Kanäle der Filterkörper bzw. Wabenelemente 16 verläßt.

Erfundungsgemäß ist unterhalb der Wabenelemente 16 unterhalb des Bodens des Abgasaustrittsgehäuses eine Mikrowellenröhre 20 montiert, mit deren Hilfe im Bereich der Wabenelemente 16 eine ausreichend intensive Mikrowellenstrahlung erzeugbar ist, um Rußpartikel aus dem Abgas, welche sich an den Zwischenwänden der Wabenelemente 16 absetzen, zusätzlich über die Abgastemperatur hinaus zu erwärmen und schließlich zu verbrennen. Beim Ausführungsbeispiel ist die Mikrowellenröhre in einem topfförmigen Gehäuse 24 unter einer Öffnung des Bodens des Abgasaustrittsgehäuses 10b angeordnet, wobei die Öffnung durch eine für Mikrowellen gut durchlässige Membran 26 verschlossen sein kann, die das heiße Abgas von der Röhre 20 fernhält.

Auf die beschriebene Weise wird ein kontinuierlicher Betrieb der Abgasreinigungsvorrichtung bzw. der damit verbundenen Brennkraftmaschine ermöglicht, was speziell bei größeren Stromerzeugungsanlagen, insbesondere in Form sogenannter Blockheizkraftwerke mit Dieselmotoren, von erheblicher Bedeutung ist. Dabei kann es sich bei den Filterköpfen bzw. Wabenelementen 16 um handelsübliche LKW- oder PKW-Filterkörper handeln, die in großen Stückzahlen gefertigt werden und daher relativ preiswert zur Verfügung stehen. Ferner ist an Einlaß 12 und Auslaß 14 jeweils eine Labyrinthdichtung 22 vorgesehen, die das unerwünschte Austreten von Mikrowellenstrahlung zumindest weitgehend verhindert, ohne die Abgasströmung nachteilig zu beeinflussen.

Andererseits macht ein Blick auf die Zeichnung deutlich, daß die erfundungsgemäße Abgasreinigungsvorrichtung problemlos in der Weise abgewandelt werden kann, daß zu regenerierende Filterkörper in die dafür vorgesehenen Öffnungen der Trennwand 10c eingesetzt und dort durch Bestrahlung mit Mikrowellen schonend gereinigt und regeneriert werden, wobei es vorteilhaft ist, wenn in dem Filterkörpergehäuse anstelle der Abgasströmung eine Luftströmung erzeugt wird, um die erforderliche Verbrennungsluft zuzuführen und die bei der Filterreinigung entstehende Abluft abzuführen.

Fig. 2 zeigt ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel einer Abgasreinigungsvorrichtung gemäß der Erfindung mit einem Filterkörpergehäuse 10, welches einen zylindrischen Mittelteil und konisch verjüngte Enden mit einem Abgaseinlaß 12 bzw. einem Abgasauslaß 14 aufweist. Im Mittelteil des Filterkörpergehäuses 10 ist ein einziger Abgas-Filterkörper in Form eines keramischen Wabenelements 16 angeordnet. Zwischen den Enden des Wabenelements 16 und dem Abgaseinlaß 12 sowie dem Abgasauslaß 14 ist jeweils eine sogenannte Lambda-Viertel-Falle 10d vorgesehen, um das Austreten von Mikrowellenstrahlung am Abgaseinlaß 12 bzw. am Abgasauslaß 14 zu verhindern. Das Gehäuse 10 ist an einer geeigneten Stelle geteilt (nicht gezeigt), um das Wabenelement 16 einsetzen bzw. auswechseln zu können.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 sind zwei

Mikrowellenröhren 20 vorgesehen, die jeweils von einem Kühlkörper 28 umgeben sind und deren Strahlung über jeweils einen Kanal 30 dem einlaßseitigen Bereich bzw. dem auslaßseitigen Bereich des Wabenelements 16 zuführbar ist. Da die Mikrowellenröhren 20 durch die rohrförmigen Kanäle 30 im Abstand von dem Gehäuse 10 gehalten werden und außerdem durch Kühlkörper 28 gekühlt werden, ergibt sich ein guter Schutz gegen eine Überhitzung der Mikrowellenröhren 20 durch den heißen Abgasstrom, welcher das Wabenelement 16 passiert. Hinsichtlich der Reinigungswirkung bzw. der Verbrennung der Rußpartikel arbeitet die Abgasreinigungsvorrichtung gemäß Fig. 2 im wesentlichen ebenso wie die Abgasreinigungsvorrichtung gemäß Fig. 1 und kann wie diese ebenfalls zur Regeneration verrußter Abgas-Filterkörper verwendet werden.

Jede der erwähnten Lambda-Viertel-Fallen 10d kann in der Praxis aus einem in dem Gehäuse 10 angeordneten Flansch bestehen, in dem rohrförmige Öffnungen bzw. Rohrabschnitte angeordnet sind, deren kritische Größe etwa ein Viertel der Wellenlänge der Mikrowellenstrahlung beträgt und die das zu reinigende bzw. das gereinigte Abgas im wesentlichen unbehindert passieren lassen, andererseits jedoch für Mikrowellenstrahlung im wesentlichen undurchlässig sind.

Aus der vorstehenden Beschreibung wird ferner deutlich, daß die erfundungsgemäße Abgasreinigungsvorrichtung auch zum Regenerieren von Filtern mit keramischen Pellets geeignet ist, wenn letztere in für eine Durchstrahlung mit Mikrowellen geeignete Behälter eingefüllt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen eines keramischen Abgas-Filterkörpers von Rußpartikeln, dadurch gekennzeichnet, daß der Filterkörper mit Mikrowellen bestrahlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung des Filterkörpers mit Mikrowellen kontinuierlich erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung des Filterkörpers mit Mikrowellen periodisch erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung des Filterkörpers mit Mikrowellen in Abhängigkeit von mindestens einem für den Rußanfall am Filterkörper relevanten Betriebsparameter erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung des Filterkörpers mit Mikrowellen in Abhängigkeit vom Abgasdruck auf der Einlaßseite des Filterkörpers erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung des Filterkörpers mit Mikrowellen in Abhängigkeit von der Abgas- und/oder Filterkörpertemperatur erfolgt.
7. Abgasreinigungsvorrichtung mit mindestens einem in einem Filterkörpergehäuse angeordneten keramischen Abgasfilterkörper zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestrahlung des mindestens einen Abgasfilterkörpers (16) mit Mikrowellen mindestens eine Mikrowellen-Strahlenquelle (20) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Filterkörpergehäuse (10) als Mikrowellen-Strahlenquelle eine Mikrowellenröh-

re (20) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterkörpergehäuse (10) aus einem antimagnetischen Material hergestellt ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterkörpergehäuse (10) im Bereich seines Abgaseinlasses (12) und/oder seines Abgasauslasses (14) gegen das Austreten von Mikrowellenstrahlung abgedichtet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterkörpergehäuse (10) an seinem Abgaseinlaß (12) und/oder seinem Abgasauslaß (14) mit einer für Mikrowellenstrahlung zumindest im wesentlichen undurchlässigen Labyrinthdichtung (22) versehen ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrowellenröhre (20) Kühleinrichtungen zugeordnet sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Filterkörpergehäuse Blenden zum Schutz der Mikrowellenröhre gegen reflektierte Mikrowellenstrahlung vorgesehen sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterkörpergehäuse (10) einen zylindrischen Mittelteil zur Aufnahme eines einzigen, im wesentlichen zylindrischen Filterkörpers (16) aufweist, daß die Enden des Filterkörpergehäuses (10) sich konisch in Richtung auf den Abgaseinlaß (12) und den Abgasauslaß (14) verjüngen, daß angrenzend an den Abgaseinlaß (12) und den Abgasauslaß (14) im Inneren des Filterkörpergehäuses (10) jeweils eine Lambda-Viertel-Falle (10d) vorgesehen ist, die das Austreten von Mikrowellenstrahlung an den Gehäuseenden verhindert.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Mikrowellenröhre (20) seitlich im Abstand von dem Filterkörpergehäuse (10) angeordnet und über einen Kanal (30) zum Beaufschlagen des Abgasfilterkörpers (16) mit Mikrowellenstrahlung mit dem Filterkörpergehäuse (10) verbunden ist.
16. Verwendung einer Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 15 zum Regenerieren von verrußten Filterköpfen.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

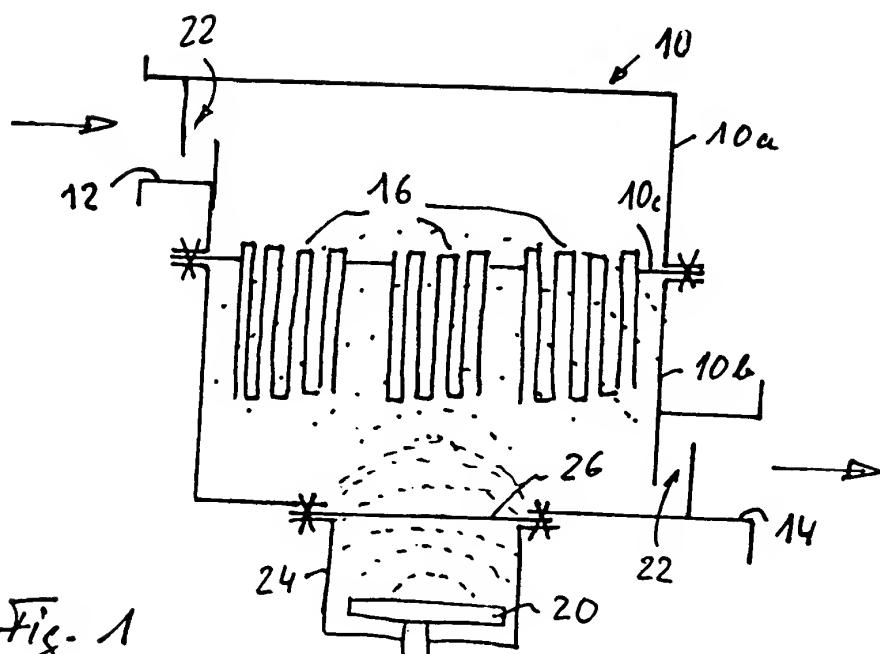


Fig. 1

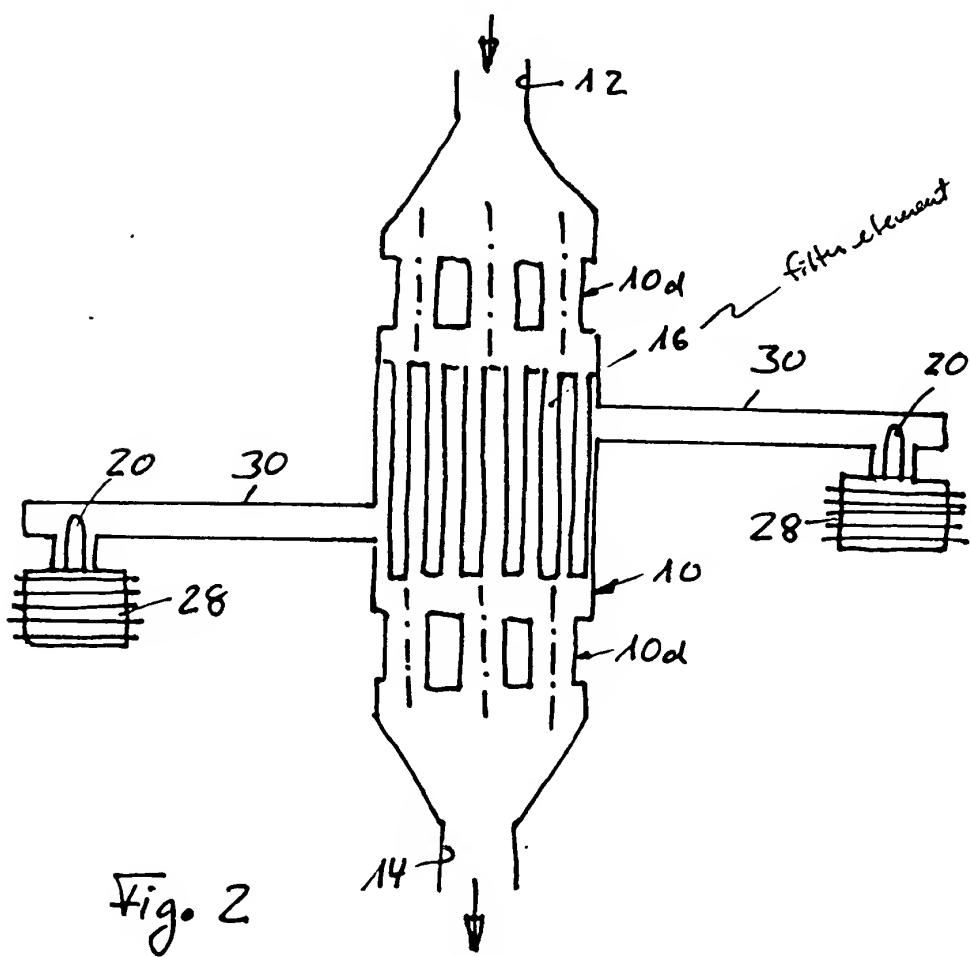


Fig. 2



Translation of Published, Non-Examined German Patent  
Application DE 40 14 153 A1

(22) Filed: May 2, 1990

(43) Laid open for public inspection: Dec. 19, 1991

(72) Inventor to be named later

(71) Applicant: Stromerzeugung GmbH & Co. Anlagenbau AG

(54) Method and Apparatus for Cleaning Ceramic Exhaust  
Gas Filter Bodies

(57) The invention relates to a method and an apparatus for cleaning soot particles from ceramic exhaust gas filter elements. According to the invention, the filter elements are irradiated with microwaves, which heat the soot particles and cause them to burn without major heating of the ceramic material.



## SPECIFICATION

The invention relates to a method for cleaning soot particles from a ceramic exhaust gas filter element and to an exhaust gas cleaning apparatus, particularly for a Diesel motor, for performing this method.

In known exhaust gas cleaning apparatus for Diesel motors, ceramic exhaust gas filter bodies are often used; the ceramic material may be coated with a catalytically active coating and/or with a special coating by which the temperature of combustion of soot particles, which are trapped from the coated surface, is lowered.

In many cases, the ceramic exhaust gas filter bodies are so-called pellets, which are disposed in a permeable housing in the interior of a closed housing that has a gas inlet for communication with the exhaust pipe of a Diesel motor and a gas outlet for the cleaned exhaust gas. When such catalytic exhaust gas cleaning apparatus is used, abrasion of the pellets occurs during operation, and problems arise in cleaning or regeneration. In an exhaust gas cleaning apparatus with filter bodies in the form of so-called pellets, the pellets must in fact be removed from their housing and heated in an oven in order to burn off soot particles or oil residues and to regenerate the pellets, which can then be placed back in the housing. In other known exhaust gas cleaning apparatus, filter bodies with a honeycomb structure or ceramic filter bodies in the form of a honeycomb element are used. The honeycomb element or the honeycomb structure comprises a porous ceramic filter and includes a plurality of cells that extend longitudinally of the honeycomb element.

Each of the opposed ends of each cell are closed by a stopper. Consequently some closed ends are located farther upstream and others farther downstream during operation. The exhaust gas now flows first into the cells that are closed on the downstream end, then penetrates the porous partitions, and flows out of adjacent cells which are open on the downstream end. In this way, the porous partitions can be used as fine filters in the exhaust gas stream, whose openings, however gradually become stopped up with soot particles from the exhaust gas stream.

The plugged filter bodies are typically regenerated by burnoff by using a burner or in an electric oven. If this regeneration is not done soon enough or completely, disturbances in operation can result for the entire system. Moreover, when ceramic filter bodies with honeycomb structure are used, the danger exists that these filter bodies, if the motor connected to them is operating at high speed, heat up so severely that previously accumulated soot particles begin to burn spontaneously, especially because of oil or fuel residues contained in them, and depending on how "rich" the soot is and how large the amount of soot already deposited in the filter is, the process of combustion can uncontrollably result in such high temperatures that the ceramic filter body melts, or that at least the normally present coating is destroyed or severely damaged. In summary, the following statements can be made about the prior art:

1. In filter bodies in the form of pellets, preparation proves difficult in the sentence that the pellets have to be removed and replaced and must be regenerated at a relatively high temperature, for instance

700°C, and sintering effects often occur that lead to persistent worsening of the filter material, which is often provided with a catalytic coating.

2. In honeycomb elements in the form of ceramic filter bodies, a large amount of soot particles is often deposited in the region of the inlet end, and burnoff of the residues in the porous partitions presents problems, so that regenerating this type of filter or catalytic converter is also problematic. Moreover, "spontaneous" combustion of these soot deposits can occur, with uncontrolled high temperatures and severe damage to the filter body.

Based on the prior art and the problems discussed above, the objection of the invention is to disclose an improved method for cleaning ceramic exhaust gas filter bodies, with which it is possible during operation of the motor producing the exhaust gas to carry out cleaning of soot particles from the filter bodies.

This object is attained in accordance the invention in that the filter body is irradiated with microwaves.

The invention is based on the recognition that the temperature of ceramic materials is increased hardly if at all by microwave radiation, while the molecules of soot particles, particularly because of the hydrocarbon residues contained in them, are induced to intensive oscillation on irradiation with microwaves, which means that the soot particles are very rapidly heated to a temperature at which

they combust.

Because of the described effect of microwave radiation on ceramic material on the one hand and soot particles on the other, there is practically no additional burden to the ceramic material in the cleaning method of the invention, regardless of whether the ceramic material is in the form of honeycomb elements or pellets. Nevertheless, reliable combustion of the soot particles takes place even in the deepest pores, and thus thorough cleaning of the filter body of soot deposits is accomplished.

It is a particular advantage of the method of the invention that it can be performed directly during ongoing operation of an exhaust gas cleaning apparatus containing the filter bodies in the exhaust gas stream of an internal combustion engine, if the microwave source is disposed on or in the filter body housing. On the other hand, the cleaning method of the invention can also be used for gentle cleaning of soot particles from filter bodies, if the soot particles have been removed for regeneration in the conventional way.

If the cleaning of the exhaust gas filter bodies by the method of the invention is to be performed during ongoing operation, then the possibility exists first of irradiating the filter bodies continuously with microwaves. However, the possibility also exists of irradiating the filter bodies periodically at suitable intervals, so that after a certain period of time has elapsed the soot particles that have been deposited in the mean time can be burned off.

The possibility also exists of performing the irradiation of the filter body can be effected with microwaves in particular as a function of the exhaust gas pressure or at least one operating parameter relevant to the incidence of soot at the filter body.

It is especially advantageous, for instance, on cold starting of a Diesel engine, to begin the microwave irradiation of the filter body or filter bodies immediately, on the one hand in order to remove the especially rich soot particles produced in starting immediately and on the other, immediately after the onset of operation, by burning the soot particles in the at least one filter body, to attain an elevated temperature of the ceramic filter body that is suitable for achieving catalytic exhaust gas cleaning.

An exhaust gas cleaning apparatus having at least one ceramic exhaust gas filter body disposed in a filter body housing, which is characterized in that a microwave source is provided adjacent to the at least one exhaust gas filter body, has proved to be favorable for performing the method of the invention. This source may be embodied by a "window" in this filter body housing that is permeable to microwave radiation and a microwave tube disposed on the outside of the housing. In an advantageous feature of the invention, however, the possibility also exists of mounting a microwave tube directly in the filter body housing. It is important that the filter body housing is produced from an antimagnetic material. Moreover, the filter body housing should be sealed off against the escape of microwave radiation in the region of its exhaust gas inlet and/or its exhaust gas outlet, which is preferably accomplished by a labyrinth seal that forms a shield for the radiation without disadvantageously affecting the exhaust gas flow.

It is also favorable if cooling devices are associated with the microwave tube, to avoid overheating of the tube by the hot exhaust gases.

In a feature of the invention, it is also advantageous if baffles are provided in the filter body housing to protect

the microwave tube against reflected microwave radiation,  
since the reflected radiation could also cause disturbances  
in operation, and especially overheating.

Further details and advantages of the invention will be  
described in further detail below in conjunction with a  
drawing. Shown are:

Fig. 1, a schematic cross section through a preferred  
embodiment of an exhaust gas cleaning apparatus according to  
the invention; and

Fig. 2, a schematic cross section through a further  
preferred embodiment of an exhaust gas cleaning apparatus  
according to the invention.

In detail, Fig. 1 shows an exhaust gas cleaning  
apparatus with a filter body housing 10, which has an exhaust  
gas inlet 12 and an exhaust gas outlet 14. The filter body  
housing has an exhaust gas inlet housing 10a with the inlet  
12 and an exhaust gas outlet housing 10b with the outlet 14.  
A plurality of exhaust gas filter bodies, in the form of  
ceramic honeycomb elements 16, are inserted into a partition  
10c located between the two housing parts 10a, 10b. The  
honeycomb elements 16 have continuous channels, in the manner  
described at the outset, which are closed alternatingly at  
the upper and lower end, so that the exhaust gas which enters  
the exhaust gas inlet housing 10a via the inlet 12, passes  
into the open channels - in the drawing, those pointing  
upward - and passes through the partitions, and leaves the  
filter bodies via the channels open toward the bottom in the  
filter bodies or honeycomb elements 16.

According to the invention, under the honeycomb  
elements 16, below the bottom of the exhaust gas outlet  
housing, a microwave tube 20 is mounted, with whose aid an  
adequately intensive microwave radiation can be generated in

the region of the honeycomb elements 16, so as to heat soot particles from the exhaust gas, which deposit on the partitions of the honeycomb elements 16, additionally beyond the exhaust gas temperature and finally to burn them. In the exemplary embodiment, the microwave tube is disposed in a cup-shaped housing 24 below an opening in the bottom of a diaphragm 26 that is readily permeable to microwaves but keeps the hot exhaust gas away from the tube 20.

In the manner described, the opening can be closed by exhaust gas cleaning apparatus or of the engine connected to it is made possible, which is of considerable significance especially in relatively large current generating systems, especially in the form of so-called block heat power stations with Diesel motors. The filter bodies or honeycomb elements 16 may be commercially available truck or passenger car filter bodies, which are produced in great numbers and are therefore available relatively inexpensively. Moreover, both the inlet 12 and the outlet 14 are each provided with a labyrinth seal 22, which at least largely prevents the undesired escape of microwave radiation without disadvantageously affecting the exhaust gas flow.

On the other hand, a glance at the drawing clearly shows that the exhaust gas cleaning apparatus of the invention can be modified without difficulty in such a way that filter bodies that are to be regenerated are inserted into the openings intended for them in the partition 10c and are there cleaned and regenerated gently by irradiation with microwaves; it is advantageous if instead of the exhaust gas flow, an airflow is generated in the filter body housing, in order to supply the requisite combustion air and to remove the waste air produced in the filter cleaning.

Fig. 2 shows a modified exemplary embodiment of an exhaust gas cleaning apparatus of the invention, with a filter body housing 10 which has a cylindrical middle portion and conically tapered ends with an exhaust gas inlet 12 and an exhaust gas outlet 14. A single exhaust gas filter body, in the form of a ceramic honeycomb element 16, is disposed in the middle portion of the filter body h10. A so-called quarter lambda trap 10d is provided between the ends of the honeycomb element 16 and the exhaust gas inlet 12 and the exhaust gas outlet 14, respectively, to prevent the escape of microwave radiation from the exhaust gas inlet 12 and the exhaust gas outlet 14. The housing 10 is divided (not shown) at a suitable point in order to enable inserting or removing the honeycomb element 16.

In the exemplary embodiment of Fig. 2, two microwave tubes 20 are provided, which are each surrounded by one cooling body 28 and whose radiation can be supplied each via a respective channel 30 to the inlet region and outlet region of the honeycomb element 16. Since the microwave tubes 20 are retained by the tubular channels 30 in a manner spaced apart from the housing 10 and moreover are cooled by cooling bodies 28, good protection is obtained against overheating of the microwave tubes 20 by the hot exhaust gas stream that passes through the honeycomb element 16. With respect to the cleaning action or combustion of soot particles, the exhaust gas cleaning apparatus of Fig. 2 functions essentially in the same way as the exhaust gas cleaning apparatus of Fig. 1 and can be used, like it, for regenerating soot-plugged exhaust gas filter bodies as well.

Each of the aforementioned quarter lambda traps 10d may in practice comprise a flange disposed in the housing 10, with tubular openings or tubular segments disposed in the

range, the critical size of these openings or segments amounting to approximately one-quarter the wavelength of the microwave radiation and allowing the exhaust gas to be cleaned, or the cleaned exhaust gas, to pass essentially unhindered but are substantially impermeable to microwave radiation.

From the above description, it is also clear that the exhaust gas cleaning apparatus of the invention is also suitable for regenerating filters with ceramic pellets, if the pellets are placed in containers suitable for admitting radiation with microwaves.

Claims:

1. A method for cleaning soot particles from a ceramic exhaust gas filter body, characterized in that the filter body is irradiated with microwaves.
2. The method of claim 1, characterized in that the irradiation of the filter body with microwaves is effected continuously.
3. The method of claim 1, characterized in that the irradiation of the filter body with microwaves is effected periodically.
4. The method of claim 1, characterized in that the irradiation of the filter body with microwaves is effected as a function of at least one operating parameter relevant to the incidence of soot at the filter body.
5. The method of claim 4, characterized in that the irradiation of the filter body with microwaves is effected as a function of the exhaust gas pressure on the inlet side of the filter body.
6. The method of claim 4 or 5, characterized in that the irradiation of the filter body with microwaves is effected as a function of the exhaust gas and/or filter body temperature.
7. An exhaust gas cleaning apparatus having at least one ceramic exhaust gas filter body, disposed in a filter

body housing for performing the method of one of claims 1-6, characterized in that for irradiating the at least one exhaust gas filter body (16) with microwaves, at least one microwave source (20) is provided.

8. The apparatus of claim 7, characterized in that a microwave tube (20) is disposed as the microwave source in the filter body housing (10).

9. The apparatus of claim 7 or 8, characterized in that the filter body housing (10) is produced from an antimagnetic material.

10. The apparatus of one of claims 7-9, characterized in that the filter body housing (10) is sealed off against the escape of microwave radiation in the region of its exhaust gas inlet (12) and/or its exhaust gas outlet (14).

11. The apparatus of claim 10, characterized in that the filter body housing (10) is provided at its exhaust gas inlet (12) and/or its exhaust gas outlet (14) with a labyrinth seal (22) that is at least essentially impermeable to microwave radiation.

12. The apparatus of one of claims 8-11, characterized in that cooling devices are associated with the microwave tube (20).

13. The apparatus of one of claims 8-12, characterized in that baffles are provided in the filter body housing to protect the microwave tube against reflected microwave radiation.

14. The apparatus of one of claims 8-13, characterized in that the filter body housing (10) has a cylindrical middle portion for receiving a single, substantially cylindrical filter body (16); that the ends of the filter body housing (10) taper conically in the direction of the exhaust gas inlet (12) and the exhaust gas outlet (14); that adjoining the exhaust gas inlet (12) and the exhaust gas outlet (14) in the interior of the filter body housing (10), a quarter lambda trap (10d) is provided in each case, which prevents the escape of microwave radiation from the ends of the housing.

15. The apparatus of claim 14, characterized in that the at least one microwave tube (20) is disposed laterally spaced apart from the filter body housing (10) and communicates via a channel (30) with the filter body housing (10) for imposing microwave radiation on the exhaust gas filter body (16).

16. The use of an exhaust gas cleaning apparatus of one of claims 7-15 for regenerating soot-plugged filter bodies.

